

*Sen 10/5/1920***PATENT ABSTRACTS OF JAPAN**

(11)Publication number : 04-373202

(43)Date of publication of application : 25.12.1992

(51)Int.Cl.

H01P 7/08  
H01P 1/203

(21)Application number : 03-175898

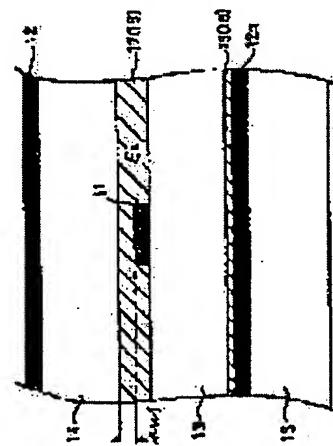
(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP  
<NTT>

(22)Date of filing : 21.06.1991

(72)Inventor : NAGAI YASUHIRO  
ISHII OSAMU  
ITO KEIICHIRO  
SUZUKI TAKAFUMI**(54) OXIDE SUPERCONDUCTING MICROWAVE DEVICE****(57)Abstract:**

**PURPOSE:** To realize the oxide superconducting microwave device with high performance and high reliability in which the frequency adjustment or the performance adjustment at mount is facilitated.

**CONSTITUTION:** A thin fluororesin thin film 18 is filled in a gap 16 between an upper board including an upper ground lane 12 and an intermediate board 13 including a center conductor 11 to assemble the strip line structure of the oxide superconducting microwave device. Thus, an undesired gap for close adhesion is eliminated by smoothing a mechanical contact face between the upper board 14 and the intermediate board 13. Since the gap 16 is filled by using the fluororesin thin film 18 having a larger dielectric constant than that of air, a change in the effective dielectric constant around the center conductor 11 is suppressed.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平4-373202

(43)公開日 平成4年(1992)12月25日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

H 01 P 7/08  
1/203

識別記号

Z AA  
Z AA

序内整理番号

9183-5 J  
9183-5 J

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1(全6頁)

(21)出願番号

特願平3-175898

(22)出願日

平成3年(1991)6月21日

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号

(72)発明者 永井 靖浩

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日  
本電信電話株式会社内

(72)発明者 石井 修

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日  
本電信電話株式会社内

(72)発明者 伊藤 圭一郎

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日  
本電信電話株式会社内

(74)代理人 弁理士 山川 政樹

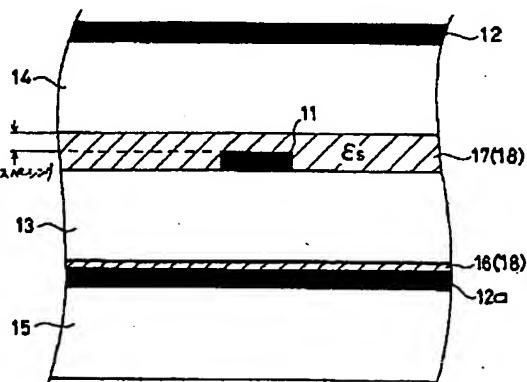
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 酸化物超伝導マイクロ波デバイス

(57)【要約】

【目的】 周波数調整、あるいは実装時の性能調整が容易な高性能で信頼性の高い酸化物超伝導マイクロ波デバイスを実現する。

【構成】 上部グランドプレーン12を含む上部基板14と、中心導体11を含む中間基板13との間の隙間16に薄いフッ素樹脂薄膜18を充填して、酸化物超伝導マイクロ波デバイスのストリップライン構造を組み上げる。これにより、上部基板14と中間基板13との機械的接觸面を平滑にすることによって、密着させる際の不必要的隙間がなくなる。また、空気より誘電率の大きなフッ素樹脂薄膜18で隙間16を充填するため、中心導体11付近の実効誘電率の変化を抑制できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上の酸化物超伝導薄膜を、フォトリソグラフィにより、機能性を有するパターンに加工した中心導体を含む基板の上下を、グランドプレーンを含む基板で挟み込んだストリップライン構造において、上部グランドプレーン基板と、中心導体基板の間の隙間にフッ素樹脂薄膜を充填することを特徴とする酸化物超伝導マイクロ波デバイス。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は酸化膜超伝導薄膜を利用したマイクロ波デバイスに関し、特に、酸化物超伝導薄膜の低い表面抵抗、低い分散を活かした酸化物超伝導マイクロ波デバイスの容易な周波数調整、あるいは実装による性能変化の少ないデバイス構造に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、マイクロ波領域で使用される各種フィルタ、共振器、遅延線等の受動部品は、無酸素銅や金といった表面抵抗の低い常伝導金属が利用されていた。マイクロ波デバイスで導体損失を支配する表面抵抗は、常伝導金属では周波数の1/2乗に比例し、超伝導材料では、周波数の2乗に比例して増大する。超伝導材料は数百GHz以下の領域で銅より抵抗損失が少なく、低い周波数になるにつれ抵抗損失は一層低減できる。しかし、従来のNb等のように極低温で超伝導を発現する金属系超伝導材料は冷却などの問題で一部の特殊な分野のみに限定して応用されていた。

【0003】 近年、Y系、Bi系、Tl系といった酸化物超伝導材料が発見されこれらの材料の薄膜化技術も大幅に進展しつつある。これにより、従来の常伝導金属よりもはるかに抵抗損失が少なく、低い分散を利用した小型の超伝導マイクロ波デバイスが期待できるとともに、77K動作が可能であることから、金属系超伝導材料よりも冷却実装が容易になるという特長がある。それ故、酸化物超伝導膜を利用したマイクロ波部品の研究が精力的に進められている。

【0004】 マイクロ波デバイスは、基本的に中心導体とグランドプレーンから構成される。これらの基本的な構成を図4に示す。ここで(a)はマイクロストリップ型、(b)はストリップライン型である。図4において1は中心導体、2は下部グランドプレーン、2aは上部グランドプレーン、3は中心導体1を含む中間基板、4は上部グランドプレーン2aを含む上部基板、5は下部グランドプレーン2を含む下部基板、6は中間基板3と下部基板5の隙間、7は上部基板4と中間基板3の隙間である。

【0005】 現在、MIC、MMIC等ではマイクロストリップ型が最も多く用いられており、放射損失や導体損失を抑えるには中心導体の回りをグランドプレーンで

囲み、ストリップライン型に近づける必要がある。このことは特に、低損失を利用した超伝導マイクロ波デバイスでは重要となる。

【0006】 良好的な高周波特性を有する酸化物超伝導薄膜は現在のところ基板の裏表に形成できないため、マイクロストリップで2枚、ストリップラインで3枚の基板を重ね合わせて構成する。今後、基板の裏表に薄膜を形成できる技術が開発された場合、中心導体1と下部グランドプレーン2は同一基板上に形成できるものの、中心導体はパターンニングする必要があるため、中心導体を含む中間基板3と上部グランドプレーンを含む上部基板4とは別に成らざるを得ない。従って、低損失な超伝導デバイスに有利なストリップライン構造を酸化物超伝導薄膜で構成する場合には、3枚の基板の隙間6、7、特に上部基板4と中間基板3の隙間7を避けることはできない。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】 通常、マイクロ波デバイス用酸化物超伝導薄膜は、MgO、LaAlO<sub>3</sub>基板上に形成されるが、これらの誘電率はそれぞれ9、25と大きい。そのため、特に、中間基板と下部基板との空気隙間は中心導体近傍の実効誘電率を大きく変化させ、中心導体を伝搬するマイクロ波の位相速度、群速度が設計値からシフトするという問題があった。これらの隙間は中心導体が0.5ミクロン厚さ程度では、比較的均一な500nm以下の隙間を実現できるが、通常必要な1~2ミクロン厚さ（磁場侵入長の3倍必要）ではパターンニング後、機械的接触面の平滑性が取れないことから、均一で薄い隙間を実現しにくく、部品の調整が容易ではない。

【0008】 図5は代表的な酸化物超伝導受動デバイスの中心導体パターンを示す。ここで(a)は共振器、(b)はチエビシェフ型帯域通過フィルタ、(c)は遅延線である。図中1a~1cはそれぞれ機能性を有するパターンに加工された中心導体を意味する。これらの受動デバイスにおける、実効誘電率による位相速度、群速度のシフトは、共振器では非常にシャープな共振ピークの周波数シフトを生じ、フィルタでは通過帯中心周波数のずれを生じるため、超伝導フィルタで有利な狭帯域通過性を活かせない。また、遅延線では遅延時間が設計よりずれるという問題がある。従って、これらの超伝導マイクロ波部品をストリップラインで構成する場合、中間基板と上部基板との隙間を均一に制御でき、しかも実効誘電率への影響の少ない構造が望まれていた。

【0009】 本発明の目的は、ストリップライン構造における基板間の隙間にフッ素樹脂薄膜を充填することによって、中心導体上に生じる凹凸を平滑にし、平滑な機械的接触面を得ると同時に、空気隙間より実効誘電率の変化が小さいために、周波数調整、あるいは実装時の性能調整が容易な高性能で信頼性の高い酸化物超伝導マイ

クロ波デバイスを提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために本発明は、上部グランドプレーンを含む上部基板と、中心導体を含む中間基板との隙間に薄いフッ素樹脂薄膜をコート・充填し、酸化物超伝導マイクロ波デバイスのストリップライン構造を組み上げることを特徴とするものである。この場合、フッ素樹脂として本発明で利用できるための条件は、(i)誘電率が空気より大きく、(ii)塗布できる(スピンドルでできること)、さらに(iii)誘電損失が小さいことである。これを満足するフッ素樹脂としては、ポリテトラフルオロエチレン等があり、例えば非晶質テフロン(デュポン社製)が好適である。

【0011】

【作用】このように本発明によると、上部基板と中間基板との機械的接触面を平滑にすることにより、密着させる際の不必要な隙間をなくすと同時に、空気より誘電率の大きなフッ素樹脂薄膜で充填しているために、中心導体付近の実効誘電率の変化を抑制できる。その結果、調整が少ない、高性能で信頼性の高い酸化物超伝導マイクロ波デバイスを実現することができる。

【0012】

【実施例】図1は本発明による酸化物超伝導マイクロ波デバイスの構造例である。図1において11は酸化物超伝導薄膜による中心導体、12は酸化物超伝導薄膜による上部グランドプレーン、12aは同じく酸化物超伝導薄膜による下部グランドプレーンである。13は中心導体11を含むMgO、LaAlO<sub>3</sub>等の単結晶基板、14は上部グランドプレーン12を含む単結晶基板、15は下部グランドプレーン12aを含む単結晶基板、16は中間基板13と下部基板15との隙間、17は上部基板14と中間基板13との隙間(スペーシング)、18はその隙間16、17にそれぞれ充填されたフッ素樹脂薄膜である。ただし、中心導体11と下部グランドプレーン12aを同一基板上に形成できれば、隙間16と基板15は省ける。図中 $\epsilon_s$ は隙間17を充填するフッ素樹脂材料の誘電率である。

【0013】通常、隙間16は中心導体11の実効誘電率変化にはあまり影響しないが、隙間17は中心導体11の実効誘電率変化に大きく影響する。本発明では、フッ素樹脂薄膜をフロリナートで溶かした溶液を中心導体11を含む基板13にスピンドル等で塗布する。この際、フッ素樹脂薄膜は粘性を有するため、中心導体11の形状に関わらず、塗布後の最表面は平滑にできる。この後、上部グランドプレーン12を含む基板14を機械的に接触させ、比較的低い温度(溶媒を飛ばすためのボストニアールで200℃程度で処理)で熱処理し隙間17にフッ素樹脂薄膜18を充填する。

【0014】共振器、帯域通過型フィルタにおける共振

あるいは中心周波数は、中心導体付近の実効誘電率で大きく変化する。また、遅延線における遅延時間も中心導体を伝搬するマイクロ波の群速度( $V_s$ )で決定され、この際にも中心導体付近の実効誘電率で大きく変化する。ストリップライン構造で隙間のない場合、実効誘電率は基板の誘電率 $\epsilon_s$ で与えられるが、空気等の隙間が介在する場合、実効誘電率 $\epsilon_s$ は隙間の分だけ低下する。

【0015】この誘電率の変化率( $\delta \epsilon_s / \epsilon_s$ )と周波数の変化率( $\delta f / f$ )の間には、 $(\delta f / f) = -0.5 \times (\delta \epsilon_s / \epsilon_s)$ の関係があり、遅延線に重要となる群速度の変化率も同様に、 $(\delta V_s / V_s) = -0.5 \times (\delta \epsilon_s / \epsilon_s)$ の関係がある。例えば空気隙間等によって見かけ上の誘電率変化( $\delta \epsilon_s / \epsilon_s$ )が20%生じるとすれば、10%の周波数シフト、あるいは10%の群速度変化を招くことになる。

【0016】図2は、誘電率変化率( $\delta \epsilon_s / \epsilon_s$ )とスペーシングの関係を計算機シミュレーションした結果である。基板には、0.5mm厚さのMgO( $\epsilon_s = 9.1$ 程度)単結晶基板を用い、中心導体幅、厚さはそれぞれ0.5mm、0.5μmで数値解析している。空気隙間( $\epsilon_s = 1$ )では、スペーシング8μmでほぼ-10%の誘電率変化を引き起こすのに対して、フッ素樹脂薄膜( $\epsilon_s = 1.8$ )を充填した場合には、空気の変化のほぼ半分で抑えられている。これは、MgOの誘電率が9.1と大きいために、空気のような小さい誘電率のものが介在すると実効誘電率が容易に変化するのに対して、空気より少しでも大きな誘電率のフッ素樹脂薄膜を充填することにより、急激な誘電率変化を抑制できた結果である。

【0017】通常、0.5μm厚さの中心導体パターンでは注意深く調整することにより、空気隙間を500nm程度まで狭くできるが、この場合でも約-1%の誘電率変化を引き起こす。超伝導による狭帯域通過型フィルタでは、例えば、中心周波数10GHz、通過帯域100MHz(1%)といった特性を要求されるが、理想的な機械的接觸を行っても空気の場合、中心周波数は設計値から容易に約50MHzはずれてしまう。特に、磁場侵入長の3倍以上取るために、中心導体の厚さを1μm以上に設定した場合には、パターン配置に依るもの、機械的なガタにより理想的な機械的接觸は期待できず、大幅な周波数変動を引き起こす。

【0018】一方、フッ素樹脂薄膜充填の場合、中心導体が厚くても上部基板との機械的接觸面は平滑で、空気の介在を最小限にできるため、パターン配置に関わりなく、機械的なガタが小さく高い信頼性を有した接觸が可能である。同時に、フッ素樹脂薄膜は空気より誘電率が大きいため、誘電率の変化も空気の約半分に抑えることができ、周波数、群速度変化も約1/4に抑えることができる。また、フッ素樹脂薄膜のスペーシングは均一に高

精度で設定できるため、あらかじめ実効誘電率の変化を見込んで設計すれば周波数の調整は殆ど必要ない。

【0019】図3は、特性インピーダンスとスペーシングの関係を計算機シミュレーションしたものである。設定条件は図2と同様である。中心導体幅0.5mmのため、特性インピーダンス31~32Ω系となっている。特性インピーダンスに関しては、スペーシングを8μm程度まで広げてもたかだか1Ω程度の増加を招くだけであるが、この場合でもフッ素樹脂薄膜の方が空気の場合より変化が小さい。

【0020】以上のように、本発明による上部基板14と中間基板13の間にフッ素樹脂薄膜18を充填したストリップライン構造では、(1)中心導体11の厚さ、配置に関わらず平滑な機械的接触面を有し、高信頼な接触を実現できる。(2)空気隙間より誘電率が高いために、誘電率変化、特性インピーダンス、位相速度、群速度、周波数に及ぼす隙間の影響を軽減できる、(3)フッ素樹脂薄膜18で酸化膜超伝導体の中心導体11を覆うことにより、大気中の水分等との反応による経時変化を防止するといった特長があり、その結果として、調整が少ない、高性能で信頼性の高い酸化物超伝導マイクロ波デバイスを実現している。

【0021】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、実装や冷却時の周波数変動が少なく、しかも調整が容易な

酸化物超伝導マイクロ波デバイスが可能になることから、高性能で高い信頼性を有した酸化物超伝導マイクロ波部品が製造歩留まり良く、比較的容易に提供できるという利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による酸化物超伝導マイクロ波デバイスの構造例を示す図である。

【図2】本発明の説明に供する実効誘電率の変化分とスペーシングの関係を示す図である。

【図3】同じく本発明の説明に供する特性インピーダンスとスペーシングの関係を示す図である。

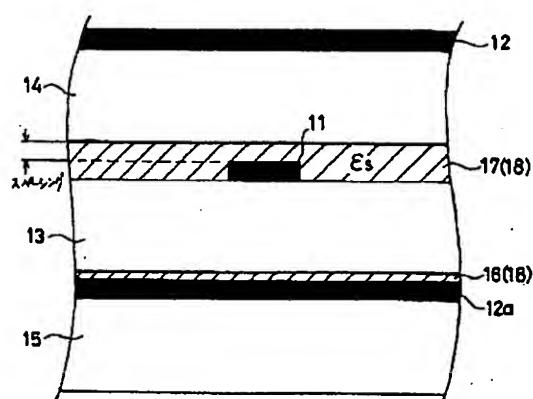
【図4】一般的マイクロ波デバイスの構造例を示す図である。

【図5】典型的なマイクロ波デバイスの中心導体パターン例を示す図である。

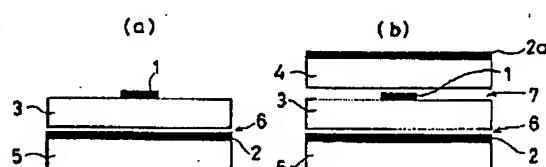
【符号の説明】

- 11 中心導体
- 12 グランドプレーン
- 13 中間基板
- 14 上部基板
- 15 下部基板
- 16 中間基板と下部基板との隙間
- 17 上部基板と中間基板との隙間
- 18 フッ素樹脂薄膜

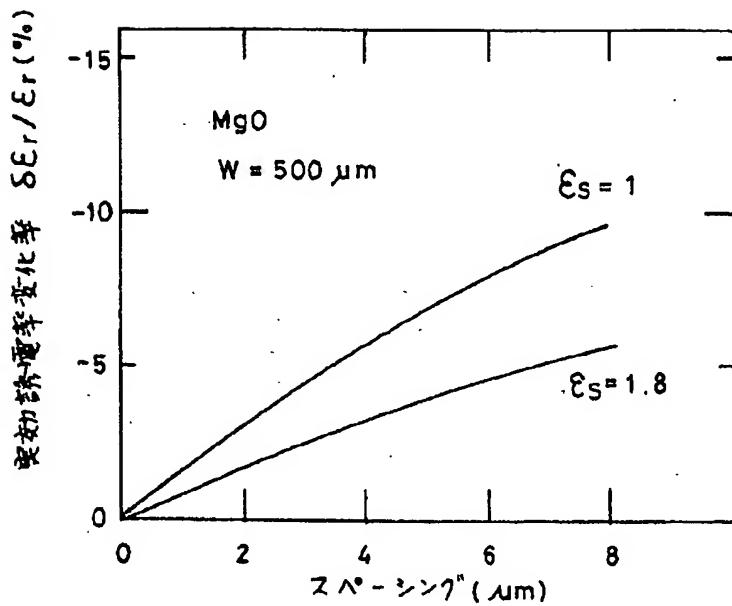
【図1】



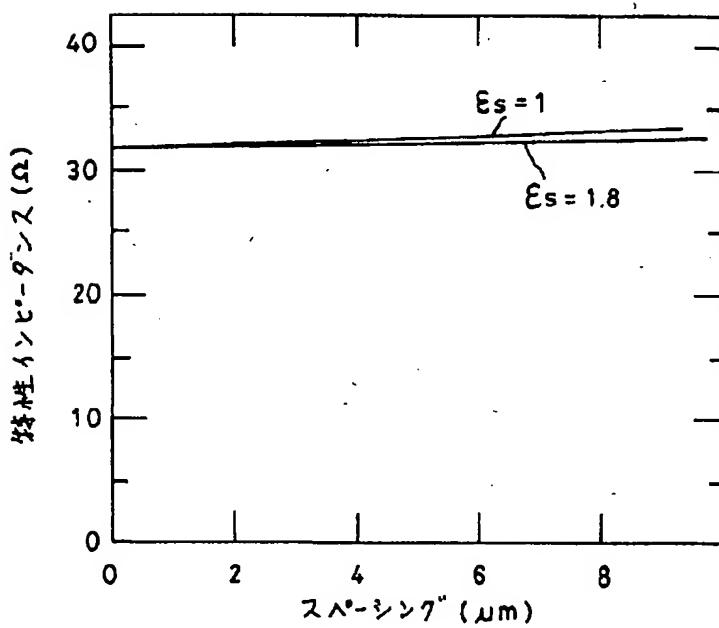
【図4】



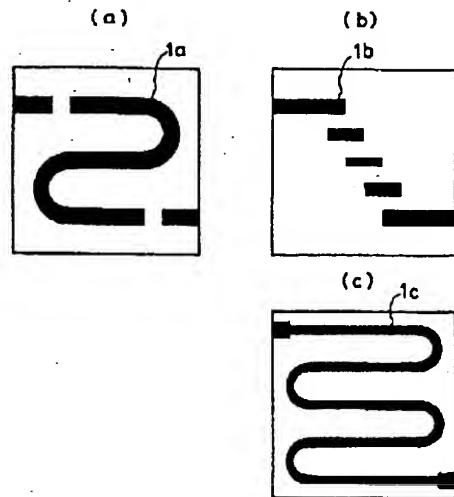
【図2】



【図3】



【図5】



---

フロントページの続き

(72)発明者 鈴木 尚文

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日  
本電信電話株式会社内